

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Teruhisa SHIBAHARA

Serial No.: Currently unknown

Filing Date: Concurrently herewith

For: SURFACE ACOUSTIC WAVE

FILTER AND COMMUNICATION

APPARATUS

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS**


Mail Stop PATENT APPLICATION  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of each of Japanese Patent Application Nos. **2002-242260** filed **August 22, 2002** and **2003-184433** filed **June 27, 2003**, from which priority is claimed under 35 U.S.C. 119 and Rule 55b. Acknowledgement of the priority document is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: August 22, 2003

  
Attorneys for Applicant(s)  
Joseph R. Keating  
Registration No. 37,368

Christopher A. Bennett  
Registration No. 46,710

KEATING & BENNETT LLP  
10400 Eaton Place, Suite 312  
Fairfax, VA 22030  
Telephone: (703) 385-5200

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年    8 月 2 2 日  
Date of Application:

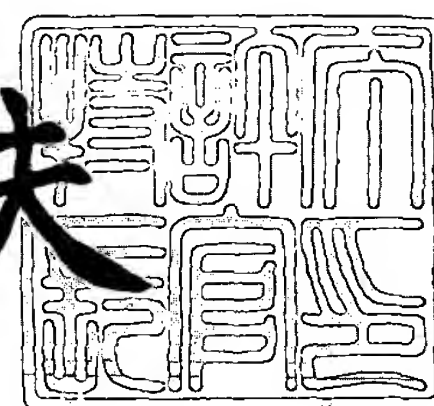
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 4 2 2 6 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 4 2 2 6 0 ]

出      願      人            株式会社村田製作所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    7 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 7 0 2 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 32-0644

【提出日】 平成14年 8月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H03H 9/25

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田  
製作所内

【氏名】 柴原 輝久

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100080034

【弁理士】

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003229

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0014717

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 弾性表面波フィルタ、通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電基板上に表面波の伝搬方向に沿って、反射器と、複数の電極指を有するくし歯状電極を組み合わせてなるくし型電極部である、第 1 くし型電極部、第 2 くし型電極部、および第 3 くし型電極部、反射器とがこの順に並んで配設されており、

前記第 1 くし型電極部と前記第 3 くし型電極部とが、並列に接続されると共に不平衡信号端子に接続され、

前記第 2 くし型電極部では、表面波伝搬方向に沿って二分割されていると共に直列接続点を介して電氣的に直列に接続されているくし歯状電極が平衡信号端子に接続されている弾性表面波フィルタにおいて、

第 1 くし型電極部若しくは第 3 くし型電極部が直列重み付けされていることを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項 2】

前記第 1 くし型電極部のうちの、前記第 2 くし型電極部に近い側から数えて 5 本以内の電極指が、直列重み付けされていることを特徴とする請求項 1 に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項 3】

圧電基板上に表面波の伝搬方向に沿って、反射器と、複数の電極指を有するくし歯状電極を組み合わせてなるくし型電極部である、第 1 くし型電極部、第 2 くし型電極部、および第 3 くし型電極部、反射器とがこの順に並んで配設されており、

前記第 1 くし型電極部と前記第 3 くし型電極部とが、並列に接続されると共に不平衡信号端子に接続され、

前記第 2 くし型電極部では、表面波伝搬方向に沿って二分割されていると共に直列接続点を介して電氣的に直列に接続されているくし歯状電極が平衡信号端子に接続されている弾性表面波フィルタにおいて、

前記第 1 くし型電極部若しくは前記第 3 くし型電極部で、第 2 くし型電極部と隣接する最外電極指が不平衡であるくし型電極部の、該最外電極指が間引き重み付けされていることを特徴とする弾性表面波フィルタ。

**【請求項 4】**

前記最外電極指を間引いた位置に、接地されたくし歯状電極に接続される電極指を設けたことを特徴とする請求項 3 に記載の弾性表面波フィルタ。

**【請求項 5】**

前記第 2 くし型電極部の直列接続点が、接地されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ。

**【請求項 6】**

前記第 2 くし型電極部の直列接続点が、前記第 1 くし型電極部若しくは前記第 3 くし型電極部の電極指を介して接地されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波フィルタ。

**【請求項 7】**

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタを備えたことを特徴とする通信装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【0 0 0 1】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、弾性表面波フィルタに関し、特に平衡－不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタに関するものである。

**【0 0 0 2】**

**【従来の技術】**

近年の携帯電話機等の通信装置の小型化、軽量化に対する技術的進歩は目覚しいものがある。このような通信装置に用いられるフィルタとしては、使用周波数帯域が高くなるに従い、小型化が可能な弾性表面波装置が用いられるようになってきている。さらに通信装置における、各構成部品の削減、小型化のために、複数の機能を複合した部品の開発も進んできた。

**【0 0 0 3】**

このような状況を背景に、携帯電話機の R F 段に使用する弾性表面波フィルタに平衡－不平衡変換機能、いわゆるバランの機能を備えたものも近年盛んに研究され、G S M (Global System for Mobile communication) などを中心に実用化が始まっている。

#### 【 0 0 0 4 】

また、携帯電話機のシステムの構成によっては、不平衡信号端子のインピーダンスに対して、平衡信号端子のインピーダンスの 2 倍以上であるような平衡－不平衡変換機能付弾性表面波フィルタが要求されることがあり、この要求に応える平衡－不平衡変換機能付弾性表面波フィルタについても実用化されている。

#### 【 0 0 0 5 】

上記のような不平衡信号端子のインピーダンスに対して、平衡信号端子のインピーダンスが 2 倍以上であるような平衡－不平衡変換機能付弾性表面波フィルタとして、たとえば、図 9 に示すような弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 がある。この弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 は、圧電基板 1 0 0 上に弾性表面波の伝搬方向に沿って、反射器 1 0 6、複数の電極指を有するくし歯状電極 (I D T 電極) を組み合わせるくし型電極部 (Inter-Digital Transducer、以下、I D T という) 1 0 1、I D T 1 0 2、I D T 1 0 3、反射器 1 0 7 を順に並べて構成されている 3 I D T 縦結合共振子型弾性表面波フィルタである。上記 I D T 電極は、帯状の基端部とその基端部の一方の側部から直交する方向に延びる複数の互いに平行な帯状の電極指を備えている。そして、中央に位置する I D T 1 0 2 は、対向する I D T 電極において一方の I D T 電極が I D T 電極 1 0 4 と I D T 電極 1 0 5 とに二分割した上で直列に接続している。また、I D T 1 0 4 に接続されている端子 1 1 0 と、I D T 1 0 5 に接続されている端子 1 1 1 とを平衡信号端子にしている。さらに、I D T 1 0 1 と I D T 1 0 3 とは並列に接続されて、不平衡端子 1 1 3 に接続されている。そして I D T 1 0 1、1 0 3 のもう一方の端子 1 1 2 が接地されている。

#### 【 0 0 0 6 】

I D T 電極 1 0 4 と I D T 電極 1 0 5 とを直列接続する直列接続点 1 1 4 は、接地しても、周囲から絶縁された浮き電極としても、弾性表面波フィルタ 1 0 0

0は動作する。直列接続点 1 1 4 を浮き電極とした場合でも、弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 の動作中においては、直列接続点 1 1 4 は、端子 1 1 0 と端子 1 1 1 とに発生する平衡信号のほぼ中間電位となるため、実質的にはほぼ接地電位となっている。IDT 1 0 2 の最も外側に位置する電極指 1 1 5、1 1 6 は、直列接続点 1 1 4 に属する電極指である。そして、IDT 1 0 1 の IDT 1 0 2 に隣接する電極指 1 1 7 は、不平衡信号端子 1 3 に導通した信号電極指となっており、IDT 1 0 3 の IDT 1 0 2 に隣接する電極指 1 1 8 は接地された接地電極指となっている。

#### 【 0 0 0 7 】

携帯電話機の R F 段に使用される平衡－不平衡変換機能付弾性表面波フィルタは、通過帯域内の信号に対してはなるべく挿入損失が小さいことが好ましい。R F 段における信号の損失は、後段での増幅利得増加による消費電力の増大と、通信品位を決定付ける R F 段での S / N 比（信号対雑音比）の悪化をもたらすからである。

#### 【 0 0 0 8 】

また、携帯電話機の R F 段に使用される平衡－不平衡変換機能付弾性表面波フィルタの発生する平衡信号の平衡度は、なるべく良好であることが好ましい。携帯電話機の R F 段に使用される平衡－不平衡変換機能付弾性表面波フィルタの発生する平衡信号は、後段の作動増幅器に入力されるが、作動増幅器に入力される平衡信号の平衡度が悪いと、作動増幅器の特性が損なわれてしまうからである。

#### 【 0 0 0 9 】

ここで、平衡信号の平衡度とは、平衡信号がどれだけ理想的な逆相同振幅であるかを示す指標であって、振幅平衡度と位相平衡度との 2 つの量で表現される。振幅平衡度は、2 つの平衡信号の振幅比であり、その理想値は 0 [ d B ] である。移動平衡度は、2 つの平衡信号の位相差から 1 8 0 ° を引いた値であり、その理想値は 0 ° である。

#### 【 0 0 1 0 】

以上述べてきたように、携帯電話機の R F 段に使用される平衡－不平衡変換機能付弾性表面波フィルタには、小さな挿入損失と、平衡信号の良好な平衡度とが



要求される。しかしながら、図 9 に示した弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 の構造には、帯域内の挿入損失を増加させ、平衡信号の平衡度を悪化させる要因が含まれている。このことについて、以下に説明する。

#### 【 0 0 1 1 】

不平衡信号が不平衡信号端子 1 1 3 に印加されたとき、I D T 1 0 1 の内部と I D T 1 0 3 の内部とで表面波が励振され、その結果、表面波を反射する反射器 1 0 6 と反射器 1 0 7 とで挟まれた I D T 1 0 1、I D T 1 0 2、I D T 1 0 3 の配置された領域に、表面波の定在波が発生する。I D T 1 0 2 は、I D T 1 0 4 と I D T 1 0 5 とのそれぞれにおいて、表面波の定在波のエネルギーを電気エネルギーに変換して平衡信号を発生する。これが弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 の動作原理である。ただし、不平衡信号が不平衡端子 1 1 3 に印加されたとき、表面波を励振するのは、I D T 1 0 1 内部と I D T 1 0 3 内部とだけではない。I D T 1 0 1 と I D T 1 0 2 との境界部では、電極指 1 1 7 と電極指 1 1 5 との間に電圧が印加されて表面波が励振される。しかしその一方で、I D T 1 0 3 と I D T 1 0 2 との境界部にある電極指 1 1 8 と電極指 1 1 6 との間にほとんど（あるいは全く）電圧が印加されず表面波の励振は起こらない。すなわち、不平衡信号が不平衡信号端子 1 1 3 に印加されたとき、表面波の励振は、弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 の中において左右非対称に発生することになる。なお、ここで左右とは、I D T 1 0 2 を中心に I D T 1 0 1 側を左側、I D T 1 0 3 側を右側とする。

#### 【 0 0 1 2 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

この左右非対称な表面波の励振は、表面波の定在波にも非対称性をもたらし、結果として、弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 の電極指に流れる電流分布における左右非対称性をもたらし。換言すれば、左右非対称な表面波の励振が弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 の右半分、左半分のいずれか一方への電流集中を発生させる。一部の領域の電極指への電流集中は、電極指抵抗による発熱エネルギーロスを増加させるため、弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 の挿入損失を増大させる原因となる。

#### 【 0 0 1 3 】



また、左右非対称な表面波の励振に起因する定在波の左右非対称性は、直列接続点 1 1 4 が接地されている場合、弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 の発生する平衡信号の平衡度を悪化させる決定的な原因となる。直列接続点 1 1 4 が接地されている場合、I D T 1 0 4 および I D T 1 0 5 の起電力がそれぞれ平衡信号端子の電圧となるため、I D T 1 0 4 および I D T 1 0 5 の起電力の平衡度が平衡信号の平衡度を決定付ける重要な要素となる。そしてこのとき、定在波の左右非対称性は、I D T 1 0 4 および I D T 1 0 5 の起電力の平衡度の悪化に直結するため、結果的に弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 の平衡信号の平衡度を悪化させている。

#### 【 0 0 1 4 】

ここまで述べてきたように、I D T 1 0 1 と I D T 1 0 2 との境界部では表面波励振が発生するのに対し、I D T 1 0 3 と I D T 1 0 2 との境界部では表面波励振が発生しないという、表面波励振の左右非対称性が、弾性表面波フィルタ 1 0 0 0 の挿入損失を増大させる。また、直列接続点 1 1 4 を接地した場合においては、平衡信号の平衡度を悪化させている。

#### 【 0 0 1 5 】

さらにここで、3 I D T 縦結合共振子型フィルタの左右の I D T を並列接続して不平衡信号を取り出し、表面波伝搬方向に二分割した中央 I D T から平衡信号を取り出す構成においては、その原理上、表面波励振の分布を完全に左右対称にすることは不可能であることを記しておく。

#### 【 0 0 1 6 】

本発明の目的は、表面波励振の分布の左右非対称性を低減することにより、平衡信号の平衡度が改善され、さらに挿入損失が低減された弾性表面波フィルタおよび通信装置を提供することにある。

#### 【 0 0 1 7 】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の弾性表面波フィルタは、上記の課題を解決するために、圧電基板上に表面波の伝搬方向に沿って、反射器と、複数の電極指を有するくし歯状電極を組み合わせてなるくし型電極部である、第 1 くし型電極部、第 2 くし型電極部、および第 3 くし型電極部、反射器とがこの順に並んで配設されており、前記第 1 く

し型電極部と前記第 3 くし型電極部とが、並列に接続されると共に不平衡信号端子に接続され、前記第 2 くし型電極部では、表面波伝搬方向に沿って二分割されていると共に直列接続点を介して電氣的に直列に接続されているくし歯状電極が平衡信号端子に接続されている弾性表面波フィルタにおいて、第 1 くし型電極部若しくは第 3 くし型電極部が直列重み付けされていることを特徴としている。

#### 【0 0 1 8】

上記の構成によれば、表面波励振の左右非対称性が軽減される。この結果として、挿入損失の低減、平衡信号の平衡度の改善がもたらされる。

#### 【0 0 1 9】

また、本発明の弾性表面波フィルタは、上記の構成に加えて、前記第 1 くし型電極部のうちの、前記第 2 くし型電極部に近い側から数えて 5 本以内の電極指が、直列重み付けされていることが好ましい。

#### 【0 0 2 0】

上記の構成によれば、第 1 くし型電極部の電極指のうちなるべく第 2 くし型電極部に近い電極指を重み付けすることにより、表面波励振の左右非対称性を効果的に軽減することができ、挿入損失の低減、平衡信号の平衡度の改善がより一層もたらされる。

#### 【0 0 2 1】

さらに、本発明の弾性表面波フィルタは、上記の課題を解決するために、圧電基板上に表面波の伝搬方向に沿って、反射器と、複数の電極指を有するくし歯状電極を組み合わせるくし型電極部である、第 1 くし型電極部、第 2 くし型電極部、および第 3 くし型電極部、反射器とがこの順に並んで配設されており、前記第 1 くし型電極部と前記第 3 くし型電極部とが、並列に接続されると共に不平衡信号端子に接続され、前記第 2 くし型電極部では、表面波伝搬方向に沿って二分割されていると共に直列接続点を介して電氣的に直列に接続されているくし歯状電極が平衡信号端子に接続されている弾性表面波フィルタにおいて、前記第 1 くし型電極部若しくは前記第 3 くし型電極部で、第 2 くし型電極部と隣接する最外電極指が不平衡であるくし型電極部の、該最外電極指が間引き重み付けされていることを特徴としている。

## 【 0 0 2 2 】

また、本発明の弾性表面波フィルタは、上記の構成に加えて、前記最外電極指を間引いた位置に、接地されたくし歯状電極に接続される電極指を設けていることが好ましい。

## 【 0 0 2 3 】

上記の構成によれば、表面波励振の左右非対称性が軽減される。この結果として、挿入損失の低減、平衡信号の平衡度の改善がもたらされる。

## 【 0 0 2 4 】

また、本発明の弾性表面波フィルタは、上記の構成に加えて、前記第 2 くし型電極部の直列接続点が、接地されていることが好ましい。

## 【 0 0 2 5 】

上記の構成によれば、二分割した各くし歯状電極の出力電圧の平衡度がよいため、直列接続点を接地することにより、二分割した各くし歯状電極の出力電圧の平衡度をそのまま平衡信号端子の平衡度に反映することができるようになるのと同時に、直列接続点が接地されることによって、不平衡端子と平行端子との間の電磁遮蔽が強固となり、不平衡信号端子から平衡信号端子への直達波も低減することができるため、平衡信号の平衡度は直列接続点を接地することによって確実に改善することができる。

## 【 0 0 2 6 】

さらに、本発明の弾性表面波フィルタは、上記の構成に加えて、前記第 2 くし型電極部の直列接続点が、前記第 1 くし型電極部若しくは前記第 3 くし型電極部の電極指を介して接地されていることが好ましい。

## 【 0 0 2 7 】

前記直列接続点を接地する場合、直列接続点を接地するために圧電基板上に配線や電極パッドを追加すると、寄生容量が増加して弾性表面波フィルタの特性に悪影響がもたらされる場合がある。これに対して、たとえば、第 2 くし型電極部の直列接続点に導通している電極指を第 1 くし型電極部や第 3 くし型電極部の接地電極に接続するか、もしくは、第 1 くし型電極部や第 3 くし型電極部の接地電極指を第 2 くし型電極部の直列接続点に導通させるか、あるいはその両方の措置

をとることによって直列接続点を接地することができる。これらの直列接続点を接地する方法は、圧電基板上に配線や電極パッドを追加することなく直列接続点を接地することができるため、寄生容量が増加して弾性表面波フィルタの特性に悪影響がもたらされることがほとんどなく、特に好ましい。

#### 【 0 0 2 8 】

本発明の通信装置は、前記課題を解決するために、上記弾性表面波フィルタのいずれかを有することを特徴としている。上記の構成によれば、平衡信号の平衡度が改善され、通過帯域内の挿入損失が改善された弾性表面波フィルタを有しているので、伝送特性を向上できる。

#### 【 0 0 2 9 】

##### 【発明の実施の形態】

##### 〔実施の形態 1〕

本発明の実施の一形態について図 1 ないし図 4 に基づいて説明すれば、以下の通りである。

#### 【 0 0 3 0 】

図 1 に、本実施形態にかかる弾性表面波フィルタ 2 0 0 を示す。弾性表面波フィルタ 2 0 0 は、圧電基板 2 0 1 上の表面波伝搬方向に沿って、反射器 6、I D T（第 1 くし型電極部） 1、I D T（第 2 くし型電極部） 2、I D T（第 3 くし型電極部） 3、反射器 7 を順に並べて備えている。I D T 1 と I D T 3 とは並列に接続されている。そして、I D T 1 および I D T 3 の接地電極における端子 1 2 が接地されており、I D T 1 および I D T 3 のもう一方の端子が不平衡端子 1 3 に接続されている。

#### 【 0 0 3 1 】

I D T 2 は、表面波伝搬方向に二分割された I D T 電極 4 および I D T 電極 5、ならびに I D T 電極である直列接続点 1 4 から構成されている。I D T 電極 4 および I D T 電極 5 は、直列接続点 1 4 を介して電氣的に直列に接続されている。I D T 4 の直列接続点 1 4 に接続されていない端子は平衡信号端子 1 0 となっている。I D T 5 の直列接続点 1 4 に接続されていない端子は平衡信号端子 1 1 となっている。I D T 2 は、最も外側に、直列接続点 1 4 に導通している電極指

1 5、1 6 を備えている。またさらに、本実施の形態では、電極指 1 5 および電極指 1 6 はそれぞれ I D T 1 および I D T 3 の接地電極にも接続されている。また、I D T 1、2、3 において、平衡信号端子 1 0、1 1 および不平衡信号端子 1 3 に接続されている I D T 電極の電極指をシグナル（信号）電極指とし、接地されている I D T 電極の電極指をアース（接地）電極指とする。

#### 【0 0 3 2】

また、I D T 1 の I D T 2 に隣接する電極指 1 7 は、不平衡端子 1 3 に導通している。I D T 3 の I D T 2 に隣接する電極指 1 8 は接地されている。さらに電極指 1 8 は、I D T 2 の直列接続点 4 にも導通している。結果的に、直列接続点 1 4 は、電極指 1 5、1 6、1 8 を介して接地されている。また、I D T 1 の電極指 1 7 は他の電極指の長さの半分になっている。さらに、電極指 1 7 に隣接する I D T 1 の電極指 1 9 も他の電極指の長さの半分になっている。また、電極指 1 7、1 9 の長さが他の電極指の長さの半分になっていることにより生じた電極指欠損部分には、電氣的に導通したダミー電極指 2 0 が形成されている。なお、ダミー電極指 2 0 は、I D T 1 を構成するくし歯状電極に接続されておらず、浮き電極となっている。これにより、電極指 1 7、1 9 には、直列重み付けがなされている。これにより、I D T 1 における表面波励振区間を 1 区間減らすことができ、I D T 1 と I D T 3 とにおける表面波励振区間の数を等しくすることができる。したがって、弾性表面波フィルタ 2 0 0 において、不平衡信号印加時に、表面波の左右非対称性が軽減される。なお、上記表面波励振区間とは、弾性表面波が発生する（表面波が励振が発生する）箇所のことであり、たとえば、シグナル電極指とアース電極指との間の間であって、そのシグナル電極指とアース電極指とに電圧が印加された場合に弾性表面波が発生する（表面波が励振が発生する）箇所のことをいう。ここで、直列重み付けされている箇所において、ダミー電極指 2 0 とダミー電極指 2 0 に隣接する電極指との間では、励振される表面波の励振強度が他の表面波励振区間の半分である。つまり、本実施の形態では、直列重み付けによって、特定の表面波励振区間の表面波の励振強度を他の表面波励振区間の半分とすることで、弾性表面波フィルタ 2 0 0 の表面波の励振の左右非対称を解決している。



## 【0033】

また、上記では、圧電基板 201 として、 $40 \pm 5^\circ$  Y 軸カットの LiTaO<sub>3</sub> 単結晶基板を用い、表面波伝搬方向としては X 軸方向と使用することとする。

また、弾性表面波フィルタ 200 は、圧電基板 201 上に形成された厚み 206 nm のアルミニウム薄膜のパターンによって形成されている。

## 【0034】

以下に、上記弾性表面波フィルタ 200 の詳細な設計パラメータの一例を示す。反射器 6、7 には、ピッチ  $1.09 \mu\text{m}$ 、メタライズ比 0.7 のグレーティング 200 本を使用する。また、IDT1、IDT2 (IDT 電極 4 側、IDT 電極 5 側)、IDT3 は、ピッチ  $1.08 \mu\text{m}$ 、メタライズ比 0.7 であって、電極指本数はそれぞれ 22 本、32 本 (16 本、16 本)、22 本である。ただし、IDT1 の IDT2 に近い側の電極指 3 本、IDT2 の IDT1 に近い側の電極指 3 本、IDT2 の IDT3 に近い側の 3 本、IDT3 の IDT2 に近い側の 3 本は、ピッチが  $0.97 \mu\text{m}$ 、メタライズ比 0.6 となっている。反射器 6 と IDT1 との間隔、および反射器 7 と IDT3 との間隔は、ともに  $1.0 \mu\text{m}$  である。IDT1 と IDT4 との間隔、IDT3 と IDT5 との間隔は共に  $0.97 \mu\text{m}$  である。IDT 電極 4 と IDT 電極 5 との間隔は、 $1.08 \mu\text{m}$  である。

## 【0035】

次いで、図 2 に基づいて、上記弾性表面波フィルタ 200 を用いた弾性表面波フィルタ 301 について説明する。

## 【0036】

この弾性表面波フィルタ 301 は、上記弾性表面波フィルタ 200 における不平衡端子 13 に一端子対弾性表面波共振子 (弾性表面波共振子) 300 を直列に接続している。つまり、並列に接続されている IDT101 と IDT103 とが、直列に接続されている弾性表面波共振子 300 を介して不平衡端子 13 に接続されている構成である。実際の携帯電話機に使用されている 2 GHz 帯の RF 用弾性表面波フィルタにおいては、不平衡端子に一端子対弾性表面波共振子が接続された弾性表面波フィルタが用いられることが多い。上記の構成は、実際の携帯電話機に用いられている RF 用弾性表面波フィルタの構成を模したものとなって

いる。

### 【 0 0 3 7 】

上記弾性表面波共振子 3 0 0 は、圧電基板 2 0 1 上に弾性表面波フィルタ 2 0 0 と同様に、たとえば厚さ 2 0 6 n m のアルミニウム薄膜のパターンによって形成されている。また、弾性表面波共振子 3 0 0 は、圧電基板 2 0 1 の表面波伝搬方向に沿って反射器 2 2、I D T 2 1、反射器 2 3 を順に配置されている構成である。以下に上記弾性表面波共振子 3 0 0 の詳細な設計パラメータの一例を示す。反射器 2 2、2 3 には、ピッチ 1. 0 5  $\mu$  m、メタライズ比 0. 7 のグレーティング 1 0 0 本を使用する。また、I D T 2 1 はピッチ 1. 0 5  $\mu$  m、メタライズ比 0. 7 であって、電極指本数は 1 5 0 本である。反射器 2 2 と I D T 2 1 との間隔、および反射器 2 3 と I D T 2 1 との間隔はともに 1. 0 5  $\mu$  m である。

### 【 0 0 3 8 】

ここで、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 の信号伝送特性を図 3 に示す。上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 における通過帯域は、1 8 0 0 M H z ~ 1 8 8 0 M H z である。図 3 では、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 の信号伝送特性を太線で示し、従来例の弾性表面波フィルタの信号伝送特性を細線で示す。ここで、従来例の弾性表面波フィルタとは、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 における I D T 1 の直列重み付けのないものである。図 3 からわかるように、特に通過帯域の低周波側において、弾性表面波フィルタ 3 0 1 の挿入損失が従来例の弾性表面波フィルタより小さくなっており、挿入損失が向上している。

### 【 0 0 3 9 】

また、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 の平衡信号の振幅平衡度を図 4 に示す。図 4 では、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 の振幅平衡度を太線で示し、従来例の弾性表面波フィルタの振幅平衡度を細線で示す。ここで、従来例の弾性表面波フィルタとは、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 における I D T 1 の直列重み付けのないものである。図 4 からわかるように、従来例の弾性表面波フィルタにおける振幅平衡度の範囲が - 2. 0 d B から 1. 1 d B であるのに対し、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 における振幅平衡度の範囲は、- 1. 0 d B から + 1. 0 d B である。したがって、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 は、従来の弾性表面波フイ



ルタより振幅平衡度が改善されていることがわかる。

#### 【 0 0 4 0 】

さらに、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 の平衡信号の位相平衡度を図 5 に示す。図 5 では、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 の位相平衡度を太線で示し、従来例の弾性表面波フィルタの位相平衡度を細線で示す。ここで、従来例の弾性表面波フィルタとは、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 における I D T 1 の直列重み付けのないものである。上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 と従来例の弾性表面波フィルタとの間に位相平衡度に関しては単純な優劣はつけ難いが、図 4 に示した振幅平衡度の比較とも合わせて考えれば、上記弾性表面波フィルタ 3 0 1 は、従来の弾性表面波フィルタより位相平衡度が改善されていることが明らかである。

#### 【 0 0 4 1 】

##### 〔実施の形態 2〕

本発明の他の実施の形態について図 6 に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、説明の便宜上、前記実施の形態 1 にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

#### 【 0 0 4 2 】

図 6 に、本実施形態にかかる弾性表面波フィルタ 4 0 0 の構成を示す。本実施の形態の弾性表面波フィルタ 4 0 0 は、上記実施の形態 1 に示した弾性表面波フィルタ 2 0 1 において、I D T 1 に代えて、I D T 1 における直列重み付けの位置を、I D T 2 に近い方の電極指から数えて、2 本目および 3 本目の電極指に変えた I D T 1 a を用いたものである。つまり、I D T 2 に近い方の電極指から数えて 1 本目の電極指 3 0 の長さを他の電極指の長さと同じにしている。また、I D T 2 に近い方の電極指から数えて 3 本目の電極指 3 1 を他の電極指の長さの半分とし、電極指 1 9、3 1 の長さが他の電極指の長さの半分になっていることにより生じた電極指欠損部分には、電氣的に導通したダミー電極指 3 2 が形成されている。これにより、電極指 1 9、3 1 には、直列重み付けがなされている。

#### 【 0 0 4 3 】

本実施の形態の弾性表面波フィルタ 4 0 0 は、上記実施の形態 1 に示した弾性表面波フィルタ 3 0 1 と比較すると、挿入損失の低減や平衡信号の平衡度の改善

といった効果は少し小さくなるが、上記の構成によれば、弾性表面波フィルタにおいて重要とされる特性であるところの入出力インピーダンスの整合特性が弾性表面波フィルタ 3 0 1 と比較して改善する。つまり、本実施の形態の弾性表面波フィルタ 4 0 0 は、従来の弾性表面波フィルタと比較して、本実施の形態の弾性表面波フィルタ 4 0 0 は、入出力インピーダンスの整合特性が改善する。

#### 【 0 0 4 4 】

##### 〔実施の形態 3〕

本発明の他の実施の形態について図 7 に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、説明の便宜上、前記実施の形態 1 および 2 にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

#### 【 0 0 4 5 】

図 7 に、本実施の形態にかかる弾性表面波フィルタ 5 0 0 の構成を示す。本実施の形態の弾性表面波フィルタ 5 0 0 は、実施の形態 1 における弾性表面波フィルタ 2 0 1 において、I D T 1 に代えて、I D T 1 の I D T 2 に隣接する電極指を 1 本間引くことで I D T 1 の表面波励振区間を 2 区間減らした I D T 1 b を用い、さらに、I D T 3 に代えて、I D T 3 のシグナル電極指のうちの 1 本の長さを半分にした I D T 3 b を用いたものである。

#### 【 0 0 4 6 】

より詳細には、上記 I D T 1 b は、I D T 2 に隣接するシグナル電極指が 1 本間引かれている。そのため、I D T 1 b の I D T 2 に隣接する 2 本の電極指 4 1、4 2 が、アース電極指となっている。また、I D T 2 の電極指 1 5 は I D T 1 b の接地電極には接続していない。さらに、I D T 3 b の電極指 1 8 に隣接するシグナル電極指 4 3 とアース電極指 4 4 とを他の電極指の半分の長さに行っている。

#### 【 0 0 4 7 】

さらに、上記 I D T 3 b は、I D T 2 に隣接する電極指 1 8 が I D T 2 の直列接続点 1 4 に接続していない。また、I D T 2 の電極指 1 6 が I D T 3 b の設置電極に接続していない。つまり、本実施の形態において上記直列接続点 1 4 は、周囲から絶縁された浮き電極となっている。

## 【 0 0 4 8 】

I D T 1 b において電極指を間引いていない場合には、I D T 2 との間に表面波励振区間が左側で 1 区間増加するが、I D T 2 と I D T 3 b との間では表面波励振区間が増加せず、左右非対称となる。しかしながら、上記のように、I D T 1 b のシグナル電極指を 1 本間引くことにより、I D T 2 と I D T 1 b との間の表面波励振区間が発生せず、さらに、アース電極指 4 1、4 2 が並ぶために表面波励振区間が減少する。つまり、左側では表面波励振区間が 2 区間減少する。これに対して、I D T 3 b ではシグナル電極指のうちの 1 本の長さを半分にすることにより右側の表面波励振区間を 1 区間減少させている。つまり、上記弾性表面波フィルタ 5 0 0 では表面波励振区間の数が左右対称となっており、平衡度が改善される。

## 【 0 0 4 9 】

以上のように、本発明の弾性表面波フィルタは、圧電基板所の表面波伝搬方向に沿って、反射器、第 1 くし型電極部、第 2 くし型電極部、第 3 くし型電極部、および反射器の順に（左から右に）並べて備えている。そして、中央に位置する第 2 くし型電極部は、二分割され、直列接合点を介して直列に接続されているくし歯状電極を備え、上記二分割されたくし歯状電極は、それぞれ平衡信号端子に接続されている。また、上記第 1 くし型電極部と第 3 くし型電極部とは並列に接続され、不平衡信号端子に接続されている。そして、上記第 1 くし型電極部と第 3 くし型電極部とにおける不平衡端子に接続されていないくし歯状電極は、接地されている。そして、第 2 くし型電極部の中心から左右において、表面波励振区間の数が等しくなるように重み付けされている。

## 【 0 0 5 0 】

より具体的には、第 1 くし型電極部と第 2 くし型電極部とにおける互いに隣接する電極指間で表面波励振区間が生じ、第 2 くし型電極部と第 3 電極部とにおける互いに隣接する電極指間に表面波励振区間が生じない場合、第 3 くし型電極部において表面波励振区間を  $n$ （ $n$  は 1 以上の整数）区間減らすように電極指が重み付けされており、第 1 くし型電極部においては表面波励振区間を  $n + 1$  区間減らすように電極指が重み付けされている。

## 【 0 0 5 1 】

第 2 くし型電極部の中心から左右で表面波励振区間の数に差がある場合には、上記弾性表面波フィルタにおいて不平衡信号印加時に表面波が左右非対称に励振される。これにより、挿入損失の増大、平衡信号の平衡度の悪化の原因となっている。

## 【 0 0 5 2 】

ここで、本発明の弾性表面波フィルタでは、第 2 くし型電極部の中心から左右で表面波励振区間の数が等しく揃っているため、表面波励振の左右非対称性が軽減される。そして、この結果として、挿入損失の低減、平衡信号の平衡度の改善がもたらされる。ただし、過剰な重み付けは、縦結合共振子型弾性表面波フィルタの特性を悪化させることが多いため、第 3 くし型電極部の電極指には表面波波励振区間を減らすような重み付けを行わず、第 1 くし型電極部の電極指のみに重み付けを施すことが好ましい。つまり、 $n = 0$  として第 1 くし型電極部における表面波励振区間を 1 区間減らすことが好ましい。

## 【 0 0 5 3 】

上記のように第 1 くし型電極部における表面波励振区間を 1 区間減らすための電極指の重み付け方法としては、たとえば、第 1 くし型電極部においてシグナル（信号）電極指のうちの 1 本の長さを他の電極指に対して約半分の長さにする交差幅重み付けが挙げられる。また、別の例として、第 1 くし型電極部において信号電極指とそれに隣接するアース（接地）電極指とを他の電極指とを約半分の長さにした上で、2 本の電極指を約半分の長さにしたによって生じた 2 つの電極指欠損部分にそれぞれダミー電極指を設け、さらにその 2 つのダミー電極指どうしを電氣的に接続する直列重み付けを挙げることができる。また、さらに、別の例として、第 1 くし型電極部において 2 本の信号電極指の長さを約  $1/4$  ずつ短くすることによる重み付けを挙げることができる。

## 【 0 0 5 4 】

重み付けを行う位置については特に限定しないが、第 1 くし型電極部と第 2 くし型電極部との境界における表面波励振に対する補正を行うことが重み付けの目的であるため、第 1 くし型電極部の電極指のうちなるべく第 2 くし型電極部に近

い電極指を重み付けすることが表面波励振の左右非対称性を軽減する上で効果的であり、たとえば、第 1 くし型電極部の電極指の第 2 くし型電極部に隣接する電極指から 5 本目までの電極指を重み付けすることが好ましく、第 2 くし型電極部に隣接する電極指を重み付けすることが特に好ましい。

#### 【 0 0 5 5 】

ただし、上記くし型電極部の設計パラメータによっては、第 1 くし型電極部において重み付けする電極指が第 2 くし型電極部に近ければ近いほど、通過帯域内における弾性表面波フィルタの入出力インピーダンスの周波数特性が大きくなり、通過帯域内の全周波数において弾性表面波フィルタの入出力インピーダンスを規定のインピーダンスに整合させることが困難になる場合がある。そのような場合には、第 1 くし型電極部において重み付けを行う電極指を第 2 くし型電極部から離すことにより、総合的な特性を最適化すればよい。

#### 【 0 0 5 6 】

また、第 2 くし型電極部における直列接続点を接地するか、しないかは特に限定されるものではない。ただし、本発明により弾性表面波フィルタにおける表面波励振の左右非対称性が軽減されている場合においては、表面波の定在波の左右対称性がよくなっており、第 2 くし型電極部の二分割した各くし歯状電極どうしの起電力の平衡度がよい。したがって、二分割した各くし歯状電極における起電力の平衡度をそのまま平衡信号の平衡度に反映させることができるように直列接続点を接地することが好ましい。

#### 【 0 0 5 7 】

また、本発明を適用する、しないに関わらず、直列接続点を接地した場合には、不平衡信号端子と平衡信号端子との間の電磁遮蔽が強くなり、不平衡信号端子から平衡信号端子への直達波が低減されて、平衡信号端子の平衡度が向上することが多い。しかしその一方で、直列接続点を接地することで二分割した各くし歯状電極における起電力の平衡度がそのまま平衡信号端子の平衡度を決定付ける構成となるため、二分割した各くし歯状電極における起電力の平衡度が悪い場合には、直列接続点を接地することにより、逆に平衡信号の平衡度が悪化してしまう場合もある。しかしながら、本発明を適用した場合には、二分割した各くし歯状



電極の平衡度がよいため、直列接続点を接地することにより、二分割した各くし歯状電極の平衡度をそのまま平衡信号端子の平衡度に反映することができるようになるのと同時に、不平衡信号端子から平衡信号端子への直達波も低減することができるため、平衡信号の平衡度は直列接続点を接地することによって確実に改善することができる。

#### 【0058】

さらに、直列接続点を接地する場合、直列接続点を接地するために圧電基板上に配線や電極パッドを追加すると、寄生容量が増加して弾性表面波フィルタの特性に悪影響がもたらされる場合がある。これに対して、第2くし型電極部の直列接続点に導通している電極指を第1くし型電極部や第3くし型電極部の接地電極に接続するか、もしくは、第1くし型電極部や第3くし型電極部の接地電極指を第2くし型電極部の直列接続点に導通させるか、あるいはその両方の措置をとることによって直列接続点を接地することができる。これらの直列接続点を接地する方法は、圧電基板上に配線や電極パッドを追加することなく直列接続点を接地することができるため、特に好ましい。

#### 【0059】

次に、上記実施の形態に記載の弾性表面波フィルタを用いた通信装置について図8に基づき説明する。上記通信装置600は、受信を行うレシーバ側（Rx側）として、アンテナ601、アンテナ共用部／RF Topフィルタ602、アンプ603、Rx段間フィルタ604、ミキサ605、1st IFフィルタ606、ミキサ607、2nd IFフィルタ608、1st + 2nd ローカルシンセサイザ611、TCXO（temperature compensated crystal oscillator（温度補償型水晶発振器））612、デバイダ613、ローカルフィルタ614を備えて構成されている。

#### 【0060】

Rx段間フィルタ604からミキサ605へは、図8に二本線で示したように、バランス性を確保するために各平衡信号にて送信することが好ましい。

#### 【0061】

また、上記通信装置600は、送信を行うトランシーバ側（Tx側）として、

上記アンテナ 601 及び上記アンテナ共用部／RF Top フィルタ 602 を共用するとともに、Tx IF フィルタ 621、ミキサ 622、Tx 段間フィルタ 623、アンプ 624、カプラ 625、アイソレータ 626、APC (automatic power control (自動出力制御)) 627 を備えて構成されている。

#### 【0062】

そして、上記の Rx 段間フィルタ 604、1st IF フィルタ 606、Tx IF フィルタ 621、Tx 段間フィルタ 623 には、上述した本実施の形態に記載の弾性表面波フィルタが好適に利用できる。

#### 【0063】

本発明にかかる弾性表面波フィルタは、従来の弾性表面波フィルタよりも平衡信号の平衡度が改善され、通過帯域内の挿入損失が改善されているという優れた特性を有するものである。よって、上記弾性表面波フィルタを有する本発明の通信装置は、伝送特性を向上できるものとなっている。

#### 【0064】

全ての例について図示しないものの、本発明の弾性表面波フィルタの素子に対して、位置端子対弾性表面波共振子を平衡信号端子や不平衡信号端子に直列もしくはは並列に接続したことにより構成した弾性表面波フィルタ、ならびに複数の弾性表面波フィルタ素子をカスケード接続してなる弾性表面波フィルタを含むものについても、いずれも本発明の効果を 얻을ことができるものであり、全て本発明の特許請求の範囲内である。

#### 【0065】

##### 【発明の効果】

本発明の弾性表面波装置は、以上のように、圧電基板上に表面波の伝搬方向に沿って、反射器、第1くし型電極部、第2くし型電極部、第3くし型電極部、反射器が順に並んで配設されており、前記第1くし型電極部と前記第3くし型電極部とが並列に接続され、さらに不平衡信号端子に接続されており、前記第2くし型電極部が、表面波伝搬方向に沿って二分割され、直列接続点を介して電氣的に直列に接続されているくし歯状電極を備え、該二分割されているくし歯状電極がそれぞれ平衡信号端子に接続されている弾性表面波フィルタにおいて、第1くし



型電極部と、第 3 くし型電極部とにおける表面波励振区間の数が等しくなるように重み付けされている構成である。

#### 【0 0 6 6】

上記の構成によれば、第 1 くし型電極部と第 3 くし型電極部との表面波励振区間の数が等しく揃っているため、表面波励振の左右非対称性が軽減される。そして、この結果として、挿入損失の低減、平衡信号の平衡度を改善することができるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施の形態 1 にかかる弾性表面波フィルタの概略構成図である。

##### 【図 2】

図 1 の弾性表面波フィルタの一変形例を示す概略構成図である。

##### 【図 3】

図 2 の弾性表面波フィルタおよび従来例の弾性表面波フィルタにおける信号伝送特性を示すグラフである。

##### 【図 4】

図 2 の弾性表面波装置および従来例の弾性表面波フィルタにおける振幅平衡度を示すグラフである。

##### 【図 5】

図 2 の弾性表面波装置および従来例の弾性表面波フィルタにおける位相平衡度を示すグラフである。

##### 【図 6】

実施の形態 2 の弾性表面波フィルタを示す概略構成図である。

##### 【図 7】

実施の形態 3 の弾性表面波フィルタを示す概略構成図である。

##### 【図 8】

本発明の通信装置の要部ブロック図である。

##### 【図 9】

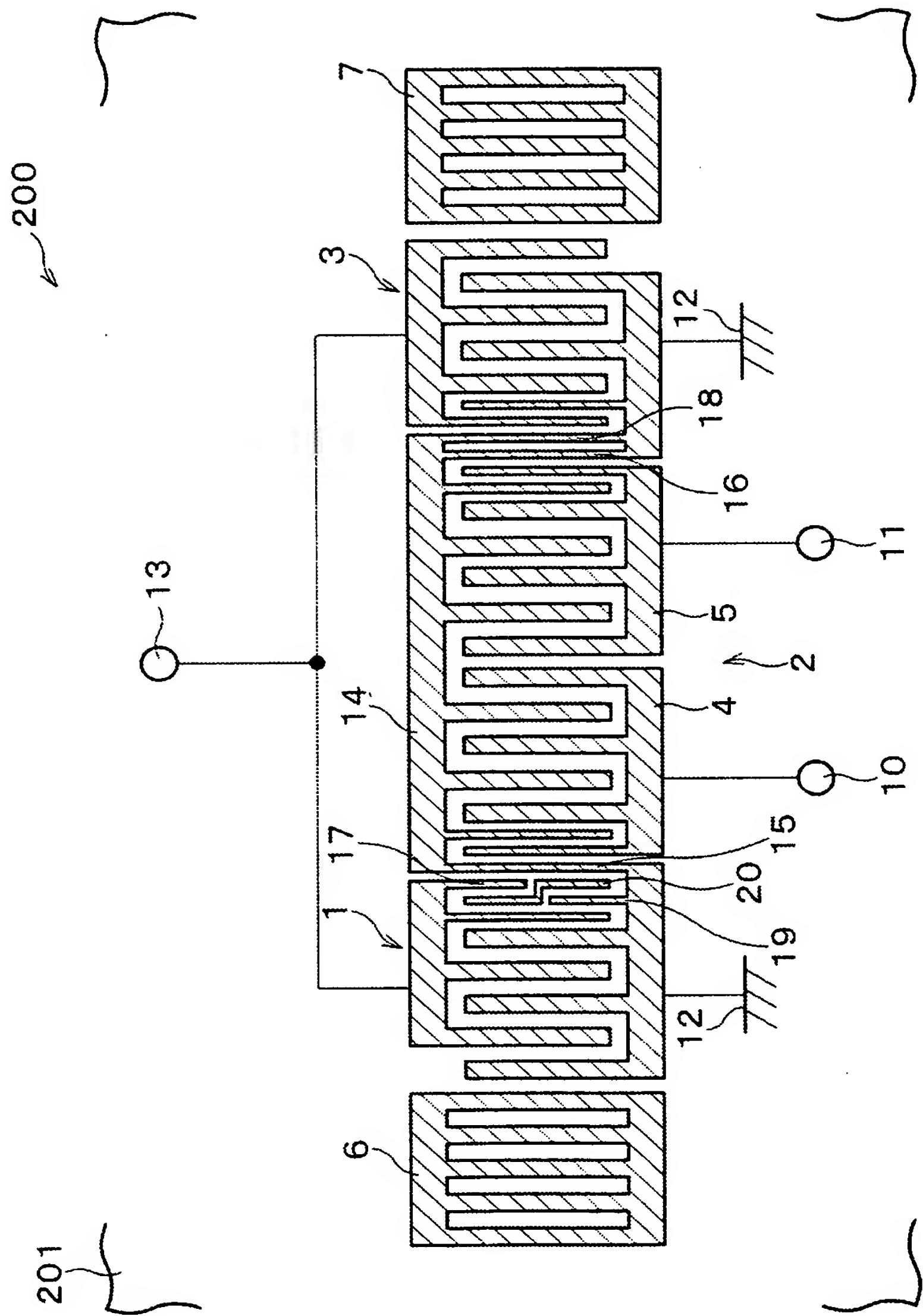
従来の弾性表面波フィルタの概略構成図である。

## 【符号の説明】

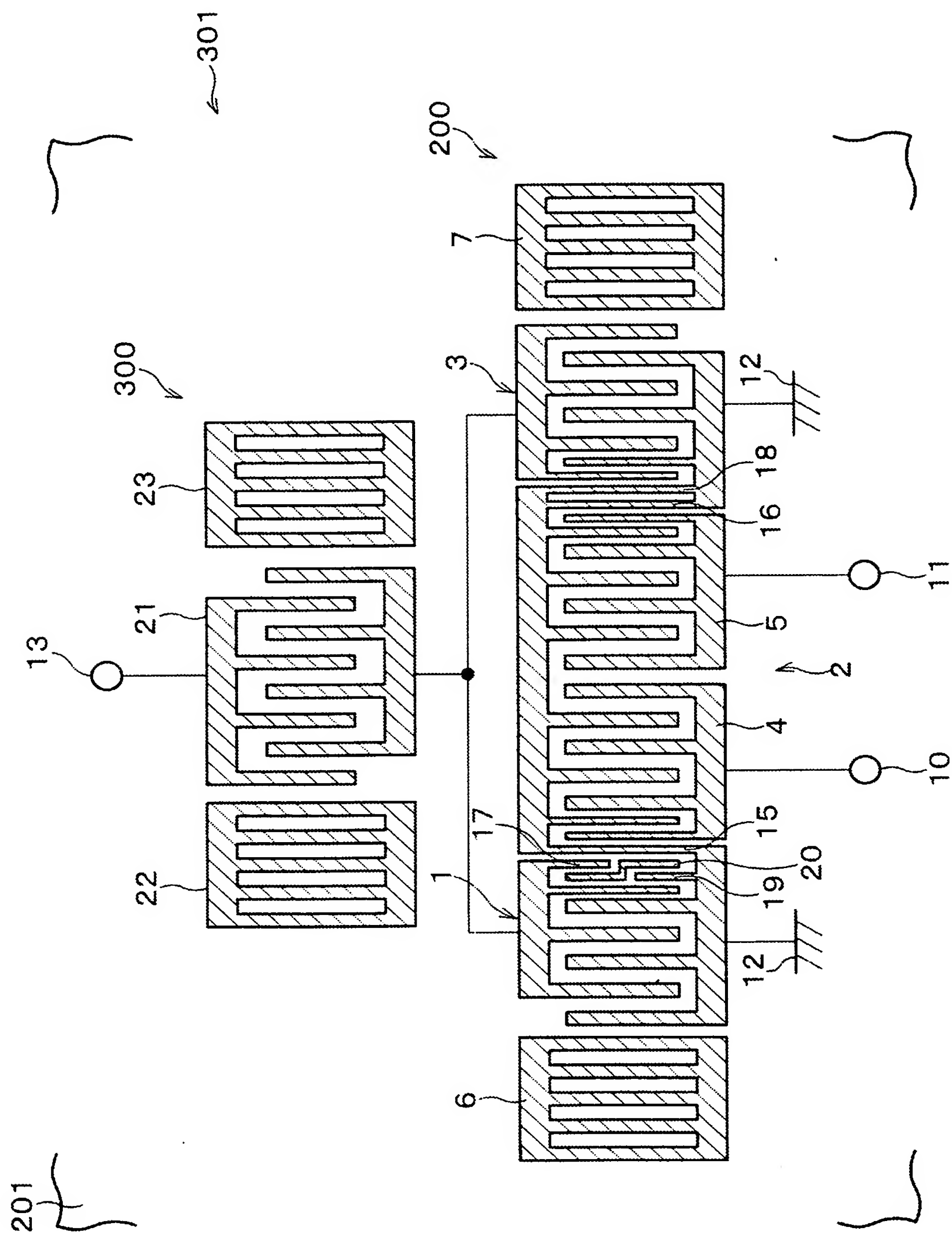
- 1、1 a、1 b    I D T （第 1 くし型電極部）  
2                    I D T （第 2 くし型電極部）  
3、3 b            I D T （第 3 くし型電極部）  
6、7            反射器  
1 0、1 1    不平衡信号端子  
1 3            平衡信号端子  
1 4            直列接続点  
2 0 0、3 0 1、4 0 0、5 0 0    弾性表面波フィルタ  
2 0 1    圧電基板

【書類名】 図面

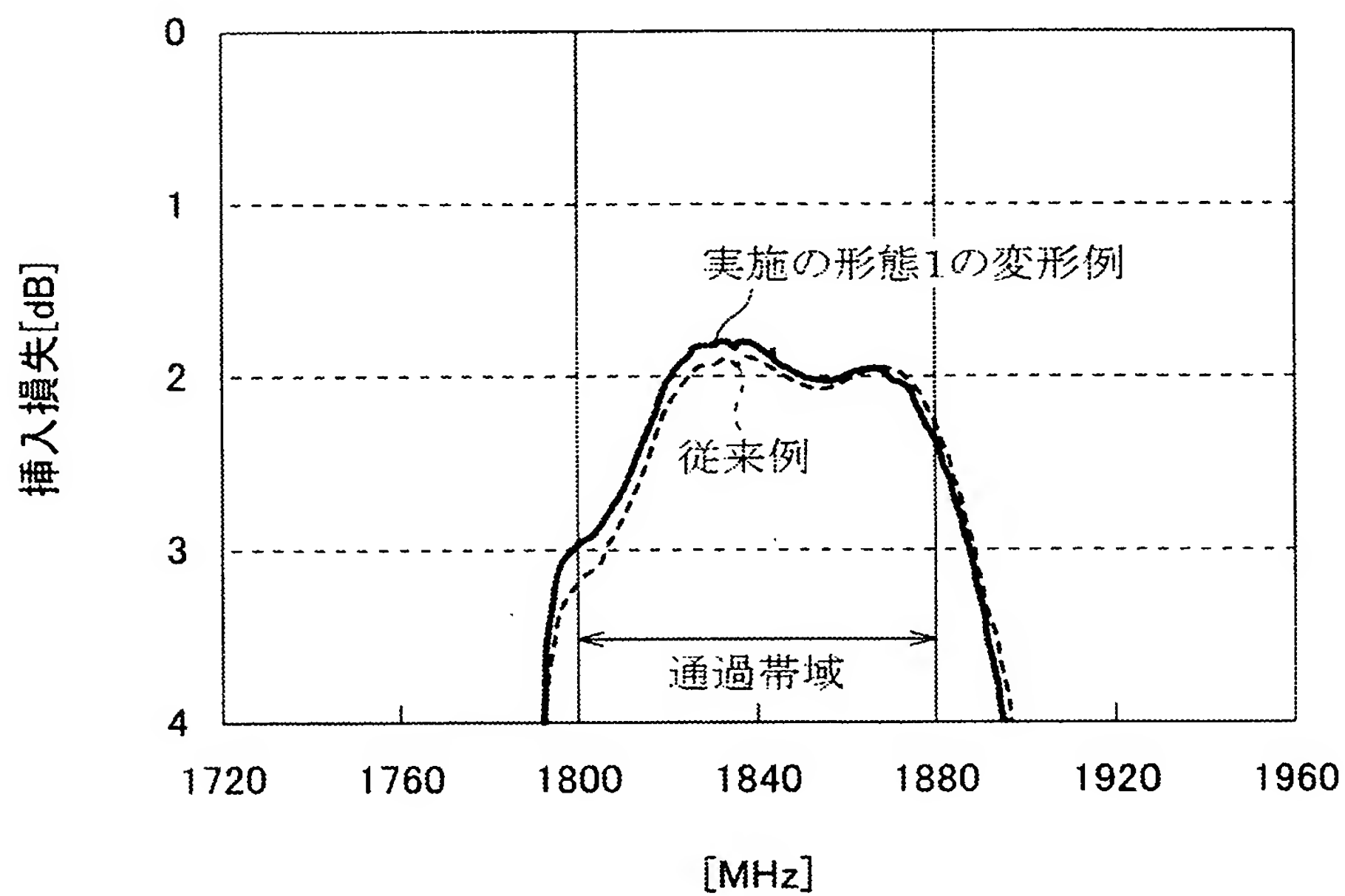
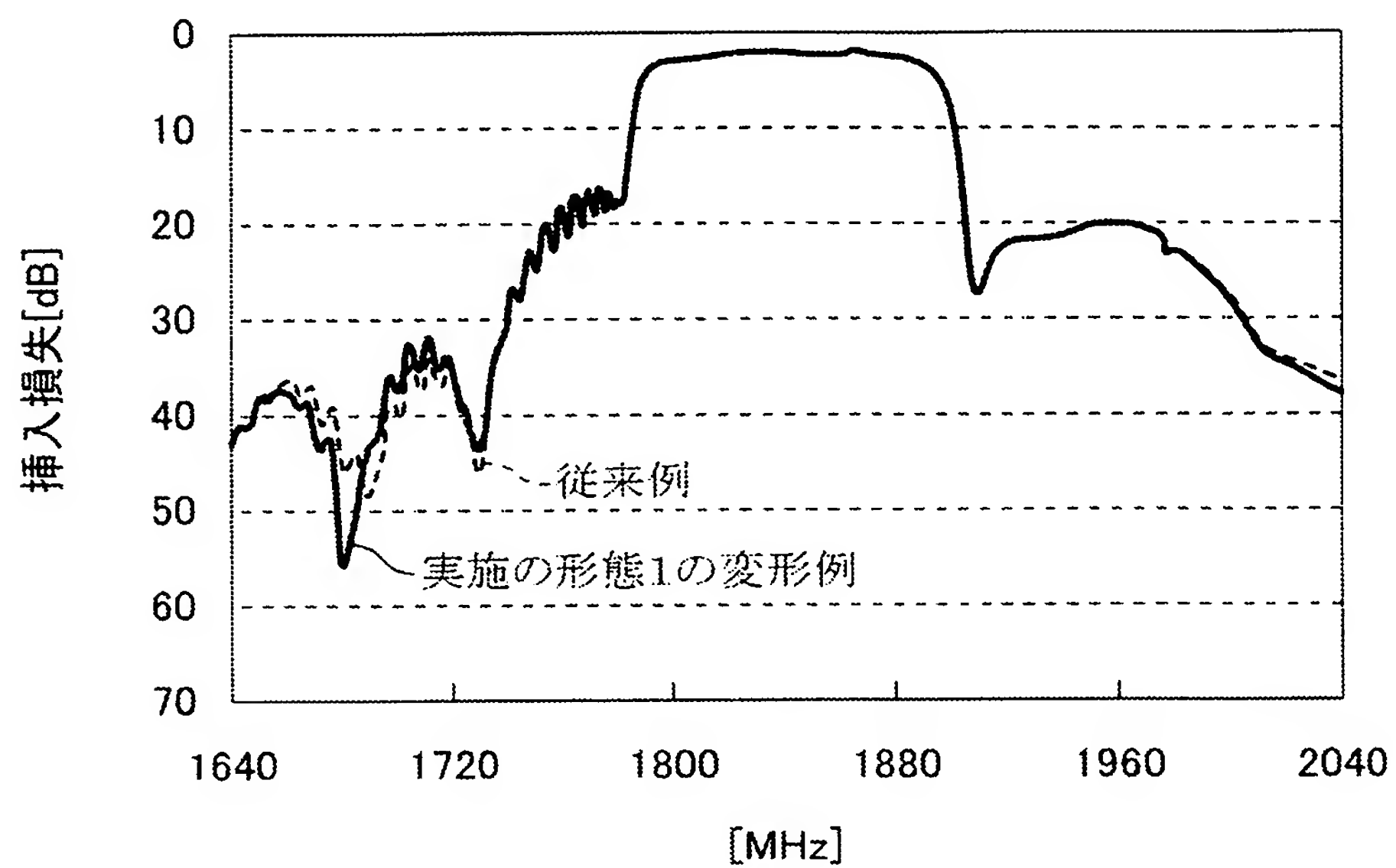
【図 1】



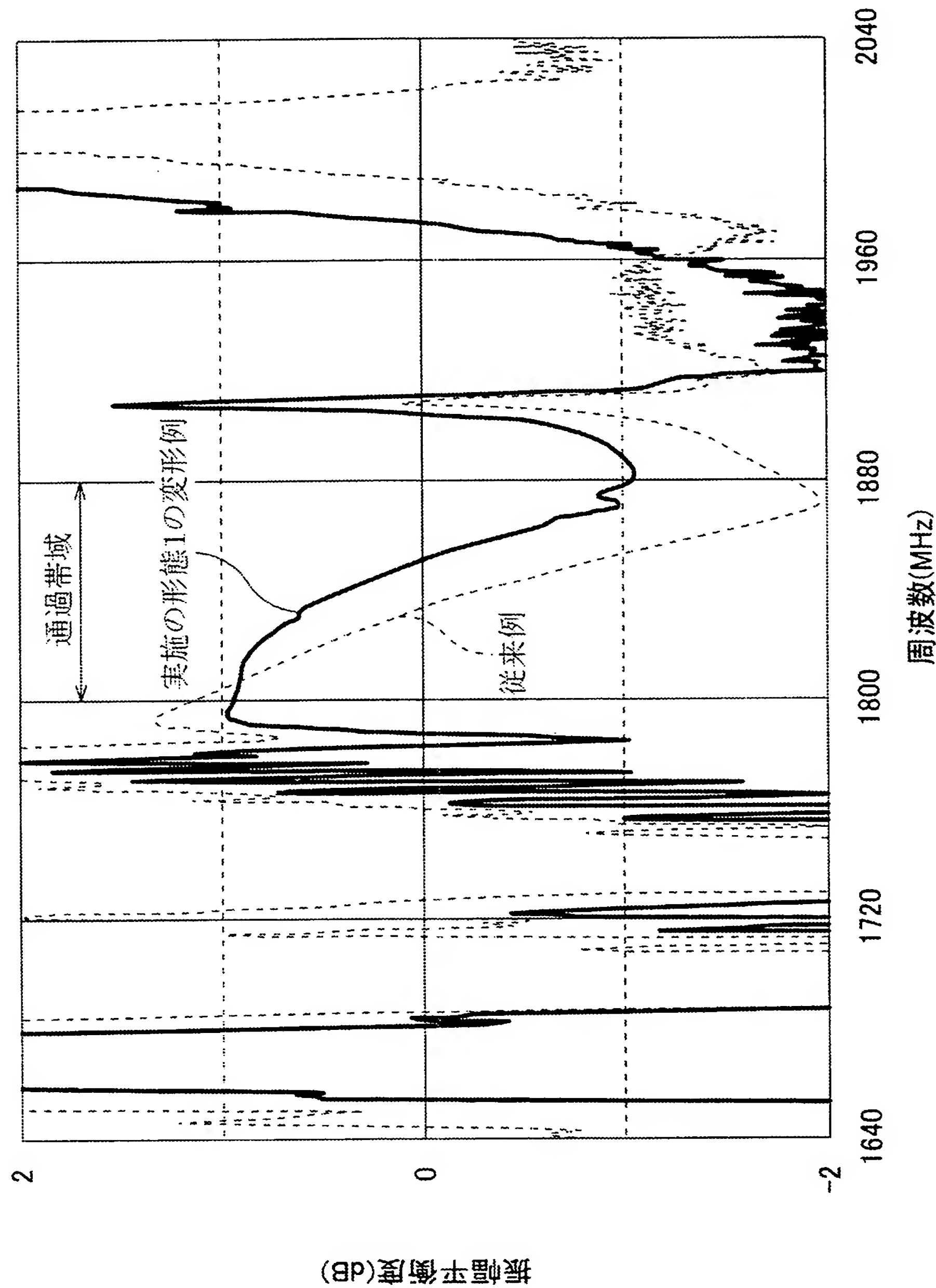
【図 2】



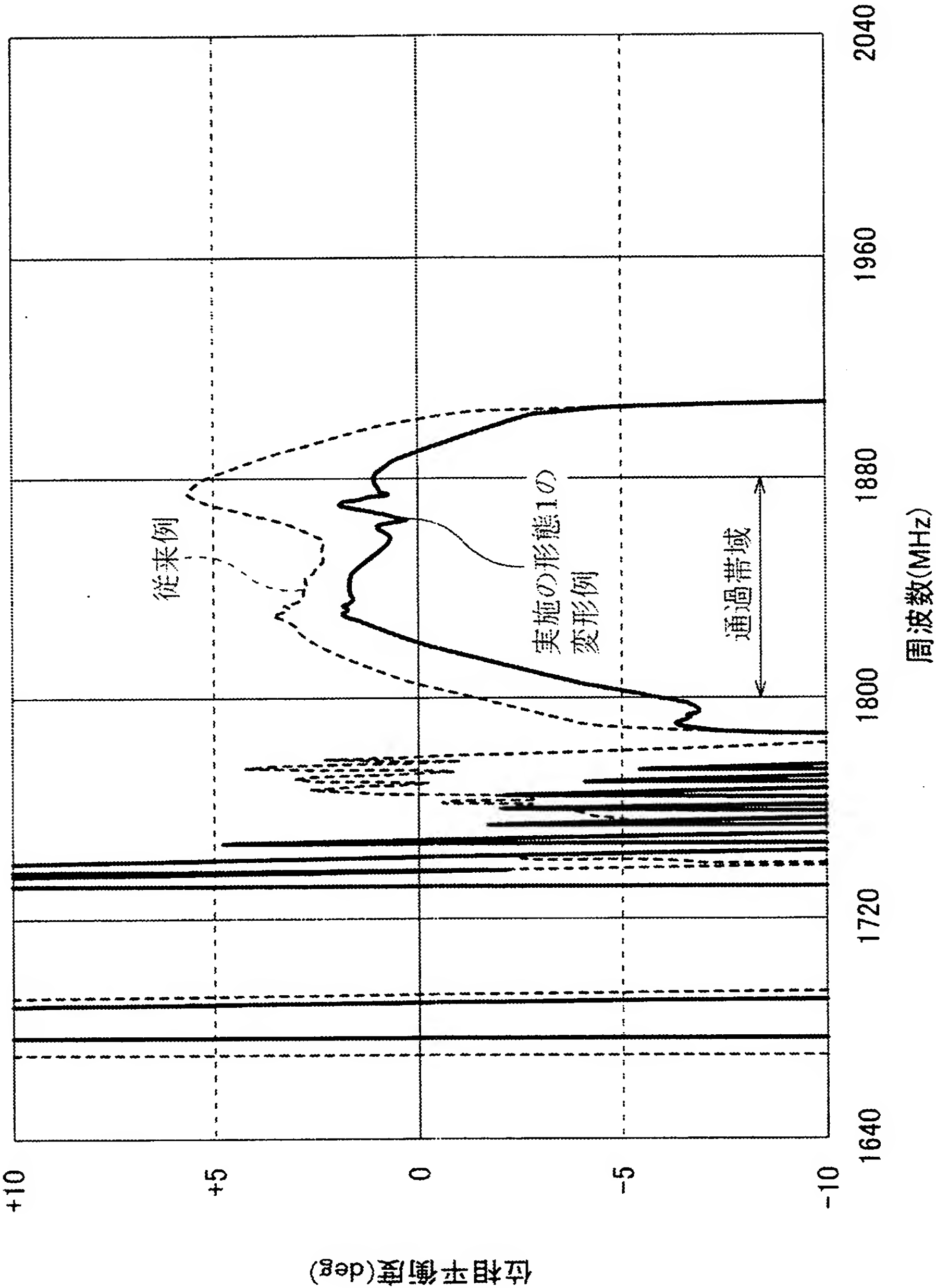
【図 3】



【図 4】

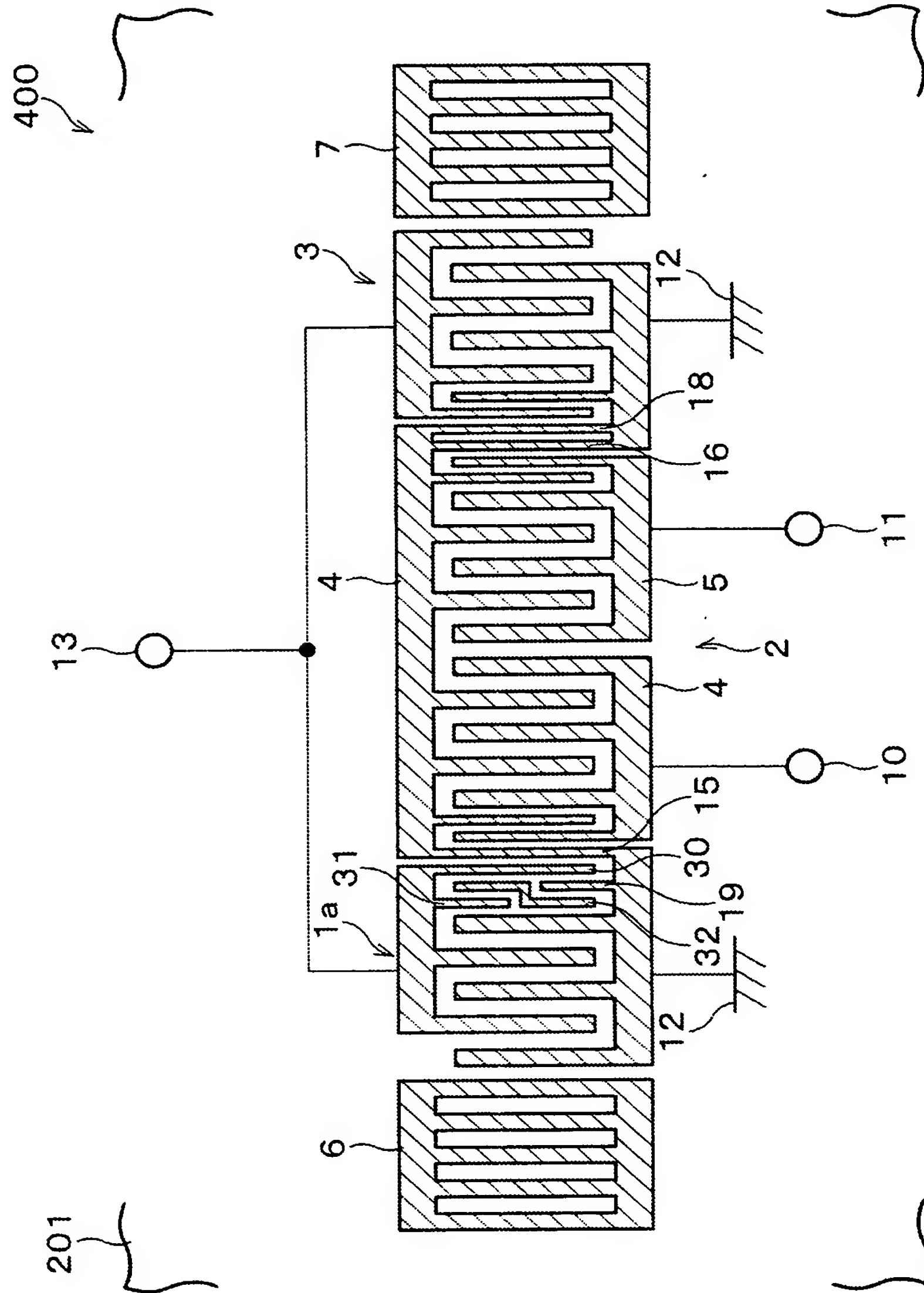


【図 5】

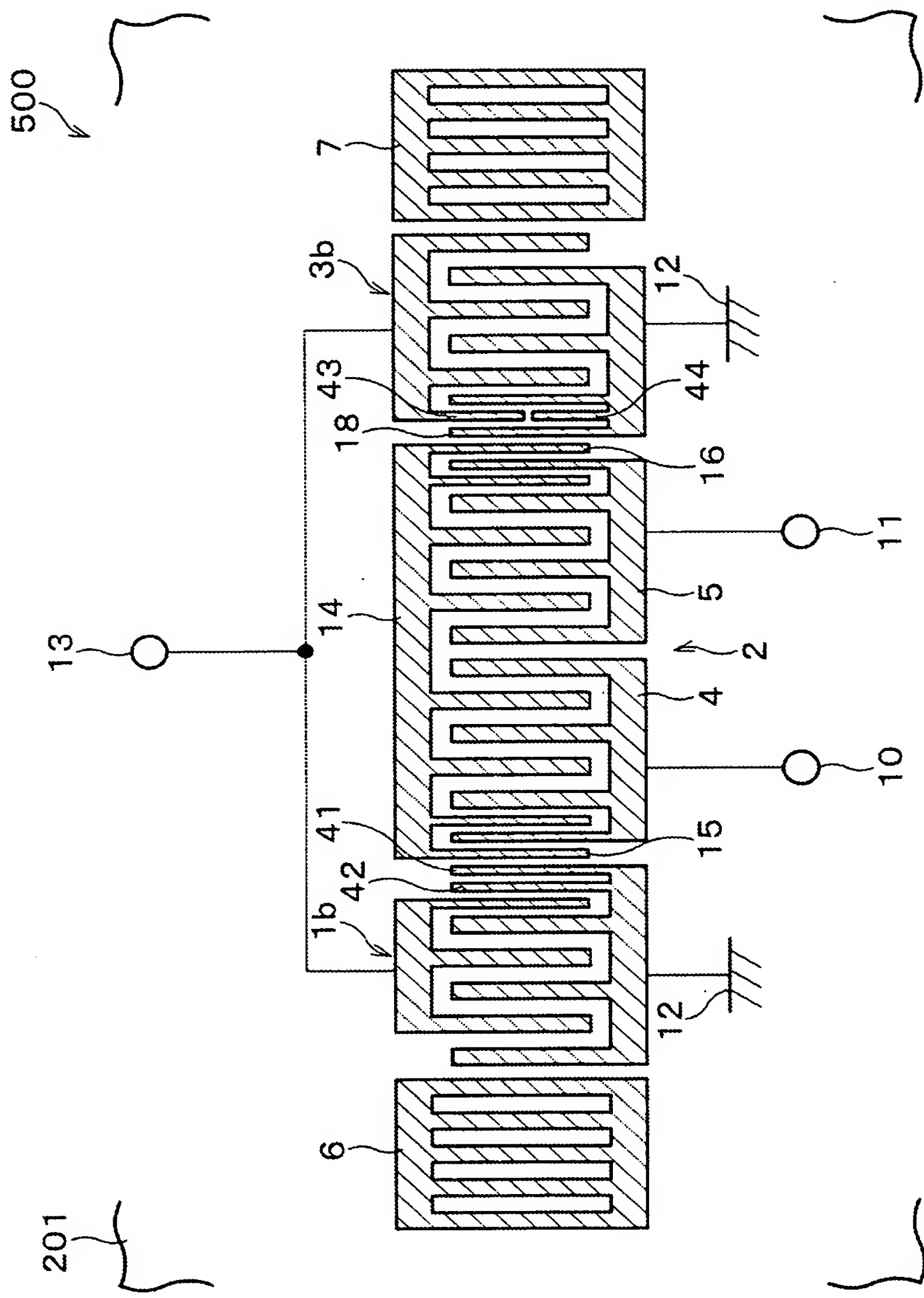




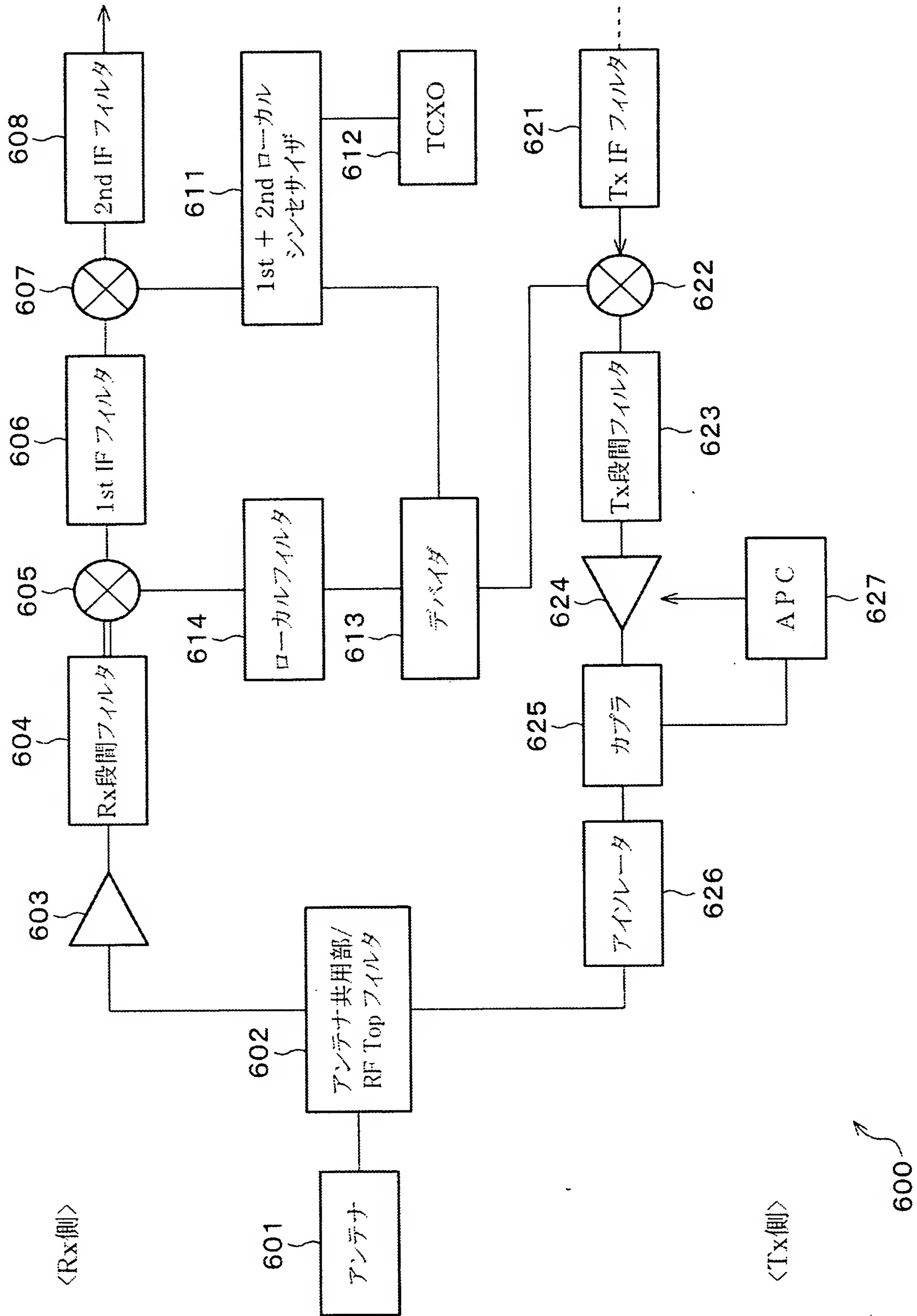
【図 6】



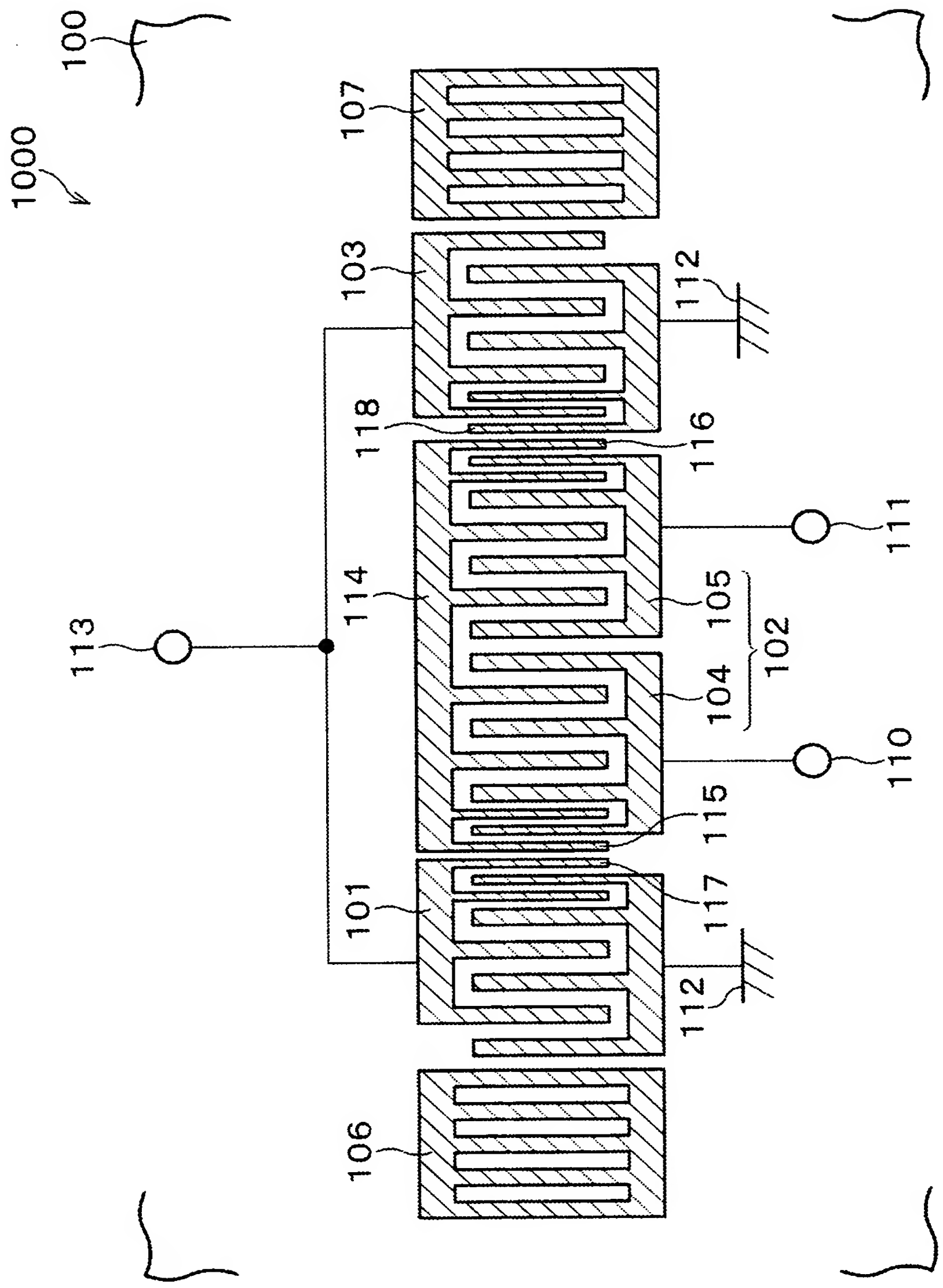
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 表面波励振の分布の左右非対称性を低減することにより、平衡信号の平衡度が改善され、さらに挿入損失が低減された弾性表面波フィルタおよび通信装置を提供する。

【解決手段】 圧電基板 2 0 1 上に表面波の伝搬方向に沿って、反射器 6、第 1 くし型電極部 1、第 2 くし型電極部 2、第 3 くし型電極部 3、反射器 7 を順に並んで配設する。第 1 くし型電極部 1 と前記第 3 くし型電極部 3 とを並列に接続し、さらに不平衡信号端子 1 3 に接続する。前記第 2 くし型電極部は、表面波伝搬方向に沿って二分割されているくし歯状電極 4、5 であって、直列接続点 1 4 を介して電氣的に直列に接続されているくし歯状電極 4、5 を備えている。該二分割されているくし歯状電極 4、5 をそれぞれ平衡信号端子 1 0、1 1 に接続する。そして、第 1 くし型電極部 1 若しくは第 3 くし型電極部 3 が直列重み付けされている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 4 2 2 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 2 3 1 ]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[ 変 更 理 由 ]

新 規 登 録

住 所

京 都 府 長 岡 京 市 天 神 二 丁 目 2 6 番 1 0 号

氏 名

株 式 会 社 村 田 製 作 所